Tome XVI (1929) N° 8 Octobre

REVUE

DE

PATHOLOGIE VEGETALE

ET

D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE

Paraissant tous les mois

Abonnement. — Pour les personnes *non* membres de la Société : 30 francs pour la France; 45 francs pour l'étranger. S'adresser aux Presses Universitaires, 49, boulevard Saint-Michel, Paris-V°.

Communications. — S'adresser à M. P. VAYSSIÈRE, Secrétaire général, 16, Rue Claude-Bernard, PARIS-V°.

Séances. — Les séances de la Société ont lieu, au Siège Social, le premier vendredi de chaque mois. Ces séances sont suspendues pendant les mois d'août et de septembre.

Siège Social : 16, *RUE CLAUDE-BERNARD, PARIS-V°*

AVIS IMPORTANT

Dans le but d'augmenter l'intérêt de notre Bulletin, le Secrétaire général prie instamment tous les Membres de la Société d'utiliser notre périodique pour consigner toutes leurs observations concernant les parasites des cultures : multiplication anormale dans une région donnée, dégâts, disparition, etc...

L'importance de ces petites notes qui seront groupées sous la nouvelle rubrique « Observations » n'échappera à personne.

Il est souhaitable qu'ainsi notre Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole reste l'intermédiaire naturel entre tous les membres auxquels elle apporte une documentation aussi complète que possible sur l'état sanitaire des cultures de notre pays et de ses colonies.

SEANCE DU 4 OCTOBRE 1929

Présidence de M. F. PICARD, *président.*

SOMMAIRE

Excusé, p. 219. — *Distinction honorifique*, p. 219. — *Nécrologie*, p. 219. — *Admissions*, p. 219. — *Présentations*, p. 220. — *Création de prix*, p. 220. — *Observations* p. 220. — MESNIL : Coléoptères de la région de Versailles, p. 222. — ROSELLA : *Ascochyta* de la Luzerne, p. 225. — REICHERT : *Sclerotium* du Maïs, p. 229. — YOSSIFOVITCH : *Peronospora arborescens* sur Pavot, p. 234.

Excusé : M. FOEX.

Distinction honorifique. — Notre collègue, M. RABATÉ, a été nommé Directeur de l'Institut National Agronomique. Le Président lui adresse, au nom de la Société, ses sincères félicitations, auxquelles il joint ses remerciements de bien vouloir conserver le siège social de notre Société dans son Etablissement.

Nécrologie. — Le Président fait part de la perte éprouvée en la personne de L. GAUMONT, Directeur de la Station Entomologique de Montargis, qui fut un de nos Membres fondateurs et dont la dernière causerie faite devant la Société correspond à son dernier déplacement avant de s'aliter pour ne plus se relever. Notre regretté collègue était le seul spécialiste que nous possédions en France dans l'étude des Pucerons. Notre Secrétaire Général a représenté la Société à ses obsèques.

Admissions :

M. COLLE-DENAIFFE, Agriculteur, Carignan (Ardennes).

M. John S. L. Waldie, Professeur, Department of Agricultural Botany, the University, Reading, Berks (Angleterre).

Présentations :

Dr I. Reichert, Pathologist, Agricultural Experiment Station, Tel Aviv, P. O. B. 121, Palestine, présenté par MM. Foex et Vayssière.

M. R. Bichet, Professeur d'Agriculture, Villefranche-sur-Saône (Rhône), présenté par MM. Maublanc et Vayssiere.

M. Marcel Tourneur, Ingénieur agricole et d'Agronomie coloniale, Directeur-Adjoint de la Station d'essais d'Ivoloina, Tamatave (Madagascar), présenté par MM. Frappa et Vayssiere.

Subvention. — Le Ministère de l'Agriculture accorde pour 1929 une subvention de 350 francs.

Création de prix. — Le Professeur Carlos Porter de Santiago nous informe qu'il crée un prix de 200 francs qui sera attribué pendant 4 ans par notre Société, pour des travaux d'entomologie agricole. Le Président, au nom de la Société, remerciera notre généreux collègue, et renvoie la proposition au Conseil qui établira le règlement du prix.

Observations

Le Puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum*) à Madagascar. — Le Puceron lanigère est signalé depuis plusieurs années en Afrique du Sud, mais sa présence dans la Grande Ile ne paraît pas avoir encore attiré l'attention. Or, au cours d'une tournée dans le centre sud de Madagascar, j'ai constaté que presque tous les Pommiers de la province de Fianaranstsoa sont envahis par ce puceron. Il ne semble pas qu'à l'heure actuelle l'invasion se soit propagée en dehors de cette région où pourtant l'insecte doit être implanté depuis plusieurs années; de nombreux chancres sont âgés de plus de quatre ans.

C. Frappa.

Oïdium sur *Quercus coccifera*. — De violentes attaques d'Oïdium ont pu être observées cette année dans la baie de la Ciotat sur *Quercus coccifera*. Cette essence est assez rarement atteinte par le *Microsphaera quercina*. A Montpellier, Et. Foex a eu néanmoins l'occasion de le rencontrer il y a une vingtaine d'années. Des conditions particulières paraissent avoir contribué à la multiplication de l'Oïdium sur *Quercus coccifera* à la Ciotat.

La forêt a été détruite par un incendie et les pousses de *Quercus coccifera* ont, à l'heure actuelle, rarement plus de cinquante centimètres. Les tiges les plus ligneuses sont atteintes seulement vers leur extrémité, les pousses les plus jeunes sont entièrement envahies; l'attaque intéresse les deux faces des feuilles et parfois les tiges. La jeunesse des pousses ne semble pas suffire pour permettre le développement de la maladie qui n'a pu être retrouvée dans des stations analogues; les conditions exceptionnelles de la région (pente maritime fréquemment embrumée ou mouillée cette année) ont pu faciliter cette attaque violente de *Microsphaera quercina*.

Kuhnoltz-Lordat.

M. Foex signale avoir rencontré dans la Drôme des périthèces de *Microsphaera quercina*. M. Yossifovitch, à Royan, a pu observer également la présence de la forme parfaite de l'Oïdium du Chêne.

***Cryptococcus fagi* dans la région parisienne.** — Au cours d'une excursion entomologique à Villeneuve Saint-Georges, des amis ont observé un Hêtre dont l'écorce était entièrement couverte d'une couche blanchâtre qui les a beaucoup intrigués. Il s'agit d'une cochenille, *Cryptococcus fagi*, qui est bien connue en Angleterre comme en Belgique par son action néfaste et parfois mortelle sur les Hêtres. P. Vayssiere a noté que cet insecte est très rare dans nos hêtraies et qu'il n'a été récolté jusqu'à ce jour, à sa connaissance, que deux fois (P. Lesne et P. Marchal), seulement en petite quantité.

Lhoste.

Sur quelques Coléoptères récoltées dans la région de Versailles.

par **L. MESNIL**

I°) Au cours du printemps dernier, nous avons pu constater, sur le terrain du domaine de l'Institut des Recherches agronomiques, un développement considérable du *Carabus monilis* Fabr., à l'exclusion, d'ailleurs, de toutes les autres espèces du genre *Carabus*.

Nos récoltes auraient pu atteindre aisément plusieurs centaines d'individus, rien qu'au voisinage immédiat des laboratoires.

Cette abondance extrême surprend d'autant plus que ce Carabe se rencontre généralement disséminé sur les plateaux calcaires, et plutôt dans les terrains secs. Or, le terrain de l'Etoile de Choisy est remarquablement argileux et humide, ainsi que le dénote du reste sa faune coléoptérique (abondance de *Clivina fossor L.*, de Bembidiides, etc.)

Peut-être, ce grand développement du *Carabus monilis* est-il lié à celui, beaucoup plus grand encore, de larves d'Elatérides (surtout *Agriotes sputator L.*) qui peuvent lui servir de proie.

Notons encore à ce sujet qu'un bon tiers des *Carabus monilis* récoltées appartiennent à la variété noire à bordure élytrale violette.

II°) Une autre série d'observations a porté sur les commensaux des Scolytes dans les Ormes du do-

maine. Ces arbres, affaiblis, sont la proie de toutes sortes de Xylophages, et notamment de *Scolytus scolytus* Fabr. Or, ce dernier insecte a eu cette année deux ennemis, qui ont nettement ralenti, par places, son développement. Ce sont d'une part, un Colydide, *Aulonium trisulcum* Geffr., et d'autre part un Cléride, *Thanasimus formicarus*, L. Leur multiplication s'est montrée particulièrement intense, surtout en ce qui concerne le premier. Nous avons pu noter, à leur sujet, quelques détails biologiques.

1° *Thanasimus formicarius*, à l'état larvaire, s'est montré exclusivement carnivore, ne pullulant que dans les zônes d'écorce pétrie de larves et de nymphes du Scolyte, les adultes apparaissent en même temps que les premiers adultes de Scolyte dont ils font leur proie, soit le 15 mai environ. La loge nymphale est produite généralement dans une galerie maternelle de Scolyte, au voisinage du trou d'entrée. Elle est faite simplement de sciure repoussée et est tapissée intérieurement d'une secrétion blanche, soyeuse, produite par la larve. Cette dernière est d'ailleurs presque toujours pliée en deux dans sa loge pour se transformer.

2° *Aulonium trisulcum* Geffr., qui prenait dans la zône étudiée un très grand développement, nous a semblé moins exclusivement carnivore. Sa larve, qui se trouvait surtout abondante dans les écorces habitées, se contentait aussi fort bien des résidus encombrant les galeries de l'année précédente. Son évolution, contrairement à celle du *Thanasimus formicarius*, possède un léger retard sur celle du Scolyte. Les premiers adultes d'*Aulonium* n'apparaissent que vers le 6 juin, trois semaines après l'apparition des premiers Scolytes. Ils ne semblent pas carnivores, et se contentent d'arpenter, pendant la grande chaleur, les écorces, à la recherche de galeries. Sa larve

se transforme dans une courte portion de galerie quelconque, dont la sciure est soigneusement repoussée. La nymphe est blanche et nue.

3° Un troisième Insecte, que nous avons trouvé en très grande abondance dans la localité, avec sa larve, est un Ténébrionide : *Hypophlœus bicolor* Ol. Il vivait uniquement sous les écorces ayant contenu des Xylophages l'année précédente. Il se montrait, par conséquent, nettement détritiphage. Il ne pouvait, en effet, se nourrir d'autre chose que de sciure résiduelle, car l'extrême sècheresse avait supprimé, là où il vivait, tous les animalcules (Podurides et autres) qu'on y trouve généralement.

III°) Il ne nous reste, pour finir, qu'à signaler une troisième série de faits. Nous avons trouvé, dans l'intérieur du bois des Ormes, de très nombreuses colonies de *Cossonus linearis* Fabr., et aussi de *Cossonus planatus* Bed. Cela surprend d'autant plus que ces insectes n'avaient été récoltés jusqu'ici que dans les Peupliers.

Peut-être, cette aberration est-elle liée au fait que les Ormes ainsi attaqués sont également atteints de la maladie bactérienne signalée par M. Foex.

Nous avons également trouvé, dans la cicatrice d'une grosse branche d'un de ces arbres, quelques *Rhyncholus culinaris* Germ., espèce qui, en 1927, a complètement détruit plusieurs meubles de Chêne à l'Asile de Bicêtre. Seule la surface du bois était respectée, l'insecte étant visiblement lucifuge.

*Observations sur l'*Ascochyta *de la Luzerne.*

par **ROSELLA**

Au printemps dernier, nous avons eu l'occasion d'examiner des échantillons de jeunes Luzernes dont les tiges et racines desséchées hébergeaient de nombreuses pycnides d'*Ascochyta medicaginis* Fuck.

Le propriétaire du champ, frappé par le nombre de pieds desséchés, nous écrivait que « peut-être ces Luzernes provenant du Canada étaient plus sensibles aux froids de l'hiver que les Luzernes de Provence et avaient plus souffert des grands froids ».

Au début avril, nous avons pu nous rendre sur le champ. A cette époque, le nombre de plantes desséchées avait passablement diminué par suite de la formation, dans la plupart des cas, de nouveaux bourgeons au niveau du collet.

Dans certains cas plus graves, les plantes étaient entièrement détruites.

La conséquence de cet état de choses fut un affaiblissement et un retard dans le développement des plantes.

Dans toute la plaine de Rungis où était située la luzernière malade, nous avons pu voir des aspects desséchés, mais à un bien moindre degré, sur des luzernières plus âgées. Il semble que cette différence de dégâts tienne plus à l'âge des plantes qu'à leur origine, néanmoins nous ne saurions rien affirmer. Sur les jeunes et vieilles luzernières à Rungis, à Epernon ensuite, enfin sur des échantillons réunis par M. Duco-

MET, en juillet, nous avons observé la présence de nombreuses pycnides *d'Ascochyta medicaginis*. Si, à Rungis, il semble que cet organisme se soit développé

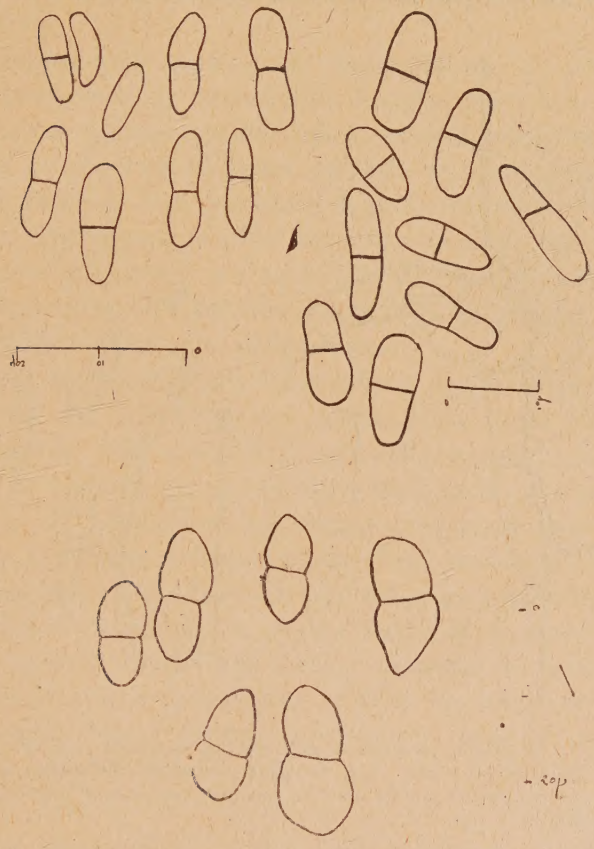


FIG. 1 : *En haut à gauche.* — Spores *d'Ascochyta medicaginis*.
En haut à droite. — Spores *d'Ascochyta pisi*.
En bas. — Ascospores de *Sphœrella pinodes*, forme parfaite de *Ascochyta pisi*.

sur des tissus mortifiés ou tués, il n'en est pas de même pour les Luzernes récoltées par M. DUCOMET : là, *Ascochyta medicaginis* agissait vraisemblablement en parasite. Les pycnides d'*Ascochyta medicaginis*,

nombreuses sur les tiges, prennent naissance à la surface ou à l'intérieur des tissus corticaux; leur base repose le plus souvent sur le cylindre central, leur dimension est assez variable en moyenne : 160×70 μ. Les spores hyalines sont le plus souvent unicellu-

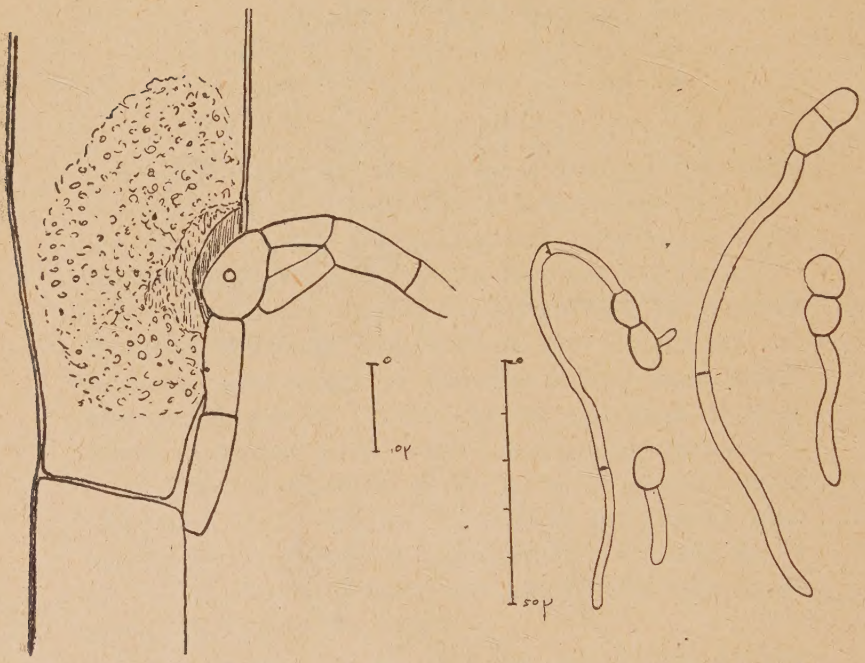


FIG. 2 : *A gauche.* — Luzerne parasitée par *Ascochyta medicaginis* (coloration par le rouge neutre; dans la cellule plasmolysée la densité du protoplasme va croissant à mesure que l'on approche du point de pénétration du champignon).

A droite. — Germination en boite de Petri, sur gelose carotte, des spores d'*Ascochyta medicaginis*.

laires, rétrécies au niveau de la cloison lorsqu'elles sont bicellulaires (ce rétrécissement s'accentue au moment de la germination).

Nous avons eu la possibilité de comparer les pycnides et spores de l'*Ascochyta medicaginis* et celles d'*Ascochyta pisi;* il semble que, tout au moins en ce

qui concerne les spores, l'identité soit possible.. Les spores d'*Ascochyta medicaginis* ont, en moyenne, 11,8×3,8 μ; leurs dimensions varient entre 8×2,3 μ et 14,7×4,7 μ. Des essais de culture entrepris pour comparer *A. medicaginis* et *A. pisi* n'ont pu être poursuivis.

Ascochyta pisi, après avoir constitué des pycnides et des périthèces de *Sphaerella pinodes*, a été infecté.

Dans les cultures d'*Ascochyta medicaginis*, nous n'avons pu observer la forme parfaite du champignon, mais seulement des pycnides très nombreuses renfermant des spores le plus souvent unicellulaires.

Essais d'infections : en tubes sur gélose, nous avons pu contaminer des jeunes Luzernes provenant de graines préalablement désinfectées.

Le développement de l'*Ascochyta medicaginis* se traduisait par une fonte des semis; cette fonte étant aussi rapide avec des *Alternaria*, elle ne peut nous donner la mesure du parasitisme de l'*Ascochyta medicaginis*. Le mycelium pénètre rapidement, provoque des réactions cellulaires intenses; dans certains cas, nous pouvions observer une sorte de plasmolyse des cellules envahies. En pleine terre, M. Labrousse a inoculé avec succès des Fèves; quoique cela, nous ne voulons pas préjuger sur le rôle de l'*Ascochyta medicaginis*, très fréquent cette année dans les cultures de Luzerne.

Note sur le Sclerotium *parasite du Maïs.*

par **Dr. I. REICHERT**

M. MARESQUELLE a publié dans cette Revue (5) un article au sujet d'une nouvelle maladie du Maïs trouvée au Maroc et causée par le *Sclerotium monohistum.*

En lisant en son temps la description du *Sclerotium* et de son mode de développement sur la plante et ensuite dans la culture, j'avais immédiatement reconnu une ressemblance entre ce *Sclerotium* et le *Sclerotium bataticola* Taub. qui est l'objet de mes études en Palestine. Ce n'est qu'en trouvant en Palestine le *Sclerotium bataticola* sur du Maïs, que j'ai relu l'article de MARESQUELLE et comparé exactement la description de son *Sclerotium* avec le nôtre. Et voici ce que j'ai trouvé.

Le champignon. — La description donnée par MARESQUELLE de son *Sclerotium* le montre dans tous ses détails pareil au *Sclerotium bataticola.* Ce dernier est connu aujourd'hui sur plus de 50 plantes (v. les communications de SMALL (8), BRITON JONE (2), et REICHERT (7)). Ce champignon croît très facilement en culture, sa grandeur varie selon ses hôtes entre 20 et 800 μ.

Voici un tableau montrant ces variations :

Auteur	Hôte	Grandeur des sclérotes en μ
Small (8)	*Hevea* (racine)	800×600 μ
—	*Hevea* (ecorce)	200 μ diam.
Small (8)	*Capsicum annuum*	50-60 μ diam.
—	Banane	20 μ diam.
—	Thé (jeune plante)	64-80 μ diam.
—	Thé (adulte)	450-26 μ
Reichert (7)	Haricot	37-160 μ × 36-110 μ
—	Maïs	28-45 μ × 32-58 μ
Maresquelle (5)	Maïs	40-100 μ diam.

Ce tableau nous montre que les grandeurs du *S. bataticola* valent celles du *Sclerotium* décrit par Maresquelle. Egalement l'homogénéité du sclérote qui servait à Maresquelle pour caractériser son espèce nouvelle est absolument propre au *S.bataticola*. Ce dernier ne montre pas de différence entre l'écorce et la moelle, comme on peut le voir dans la fig. 1. sur Haricot. Le nouveau nom du *Sclerotium* de Maresquelle est donc superflu, vu qu'il est identique avec le *S. bataticola* Taub.

L'hôte. — M. Maresquelle dit avoir examiné des morceaux de tige de Maïs attaquées par le *Sclerotium*. On ne peut savoir clairement de sa description, si le champignon a attaqué la plante vivante, ou s'il s'est développé sur la plante morte. En Palestine nous n'avons trouvé le *Sclerotium bataticola* que sur des plantes déjà sèches, arrachées du sol et ayant été laissées pendant quelque temps sur le champ. Pendant leur croissance, ces plantes étaient parfaitement saines. Le *Sclerotium* s'est répandu sur la plante après la mort de celle-ci. Il se peut également que

la cryptogame ait végété sur la plante vivante, mais sans lui nuire. Tunstell (10) et Park (6) l'ont trouvé au stade mycorhizien sur les racines de Thé et de Caoutchouc. Après la mort de ces plantes, le champignon forme dans leurs racines et ainsi que dans d'autres parties des plantes des sclérotes. On pour-

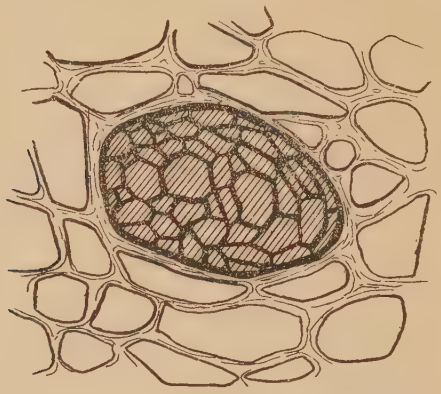


Fig. 1 : Coupe transversale à travers une tige de Haricot montrant un sclérote dans un vaisseau. Ce sclérote est homogène (×333).

rait donc admettre qu'également sur la tige étudiée par Maresquelle, le *Sclerotium* ne s'est développé qu'après la mort de la plante. Le fait que les essais d'infection faits par cet auteur sur de jeunes plantes de Maïs n'ont pas réussi semble témoigner en faveur de notre supposition. La solution de cette question est réservée à l'expérimentation.

Admettre que ce *Sclerotium* apparaît au Maroc comme parasite, voudrait dire qu'il a abandonné son caractère saprophytique et est devenu un parasite.

Le développement du *Sclerotium* dans la tige du Maïs en Palestine est conforme à la description de Maresquelle. La moelle de la tige est pleine de sclérotes. On les voit surtout sur les faisceaux après la désagrégation de la moelle. Chaque faisceau en est entièrement couvert (fig. 2).

Nous avons trouvé les sclérotes aussi dans les racines de nos plantes de Maïs. Le champignon semble

Fig. 2. — Incision dans une tige de Maïs laissant voir dans la moelle de nombreux sclérotes.

donc avoir été dans le sol et avoir attaqué la plante de ce côté.

La distribution. — Le fait d'avoir trouvé *S. bataticola* au Maroc est très intéressant au point de vue de la distribution géographique de ce champignon. Il est connu des Indes (8), de la Palestine (7), de l'Egypte (2), de la Tunisie (4), des Indes Occidentales (3) et du N. E. de l'Amérique (1,9). L'ordre de sa dissémination parait correspondre à celui de cette énumération.

Littérature citée.

1 Anonyme. A new Fungus pest af Beans, *Science,* W. S. LXIV (1926), 10, No 1655.

2. Briton Jones, H. R., Mycological works in Egypt, during the period 1920-1922. Minsis, *Agric. Egypt. Tech. Sc. Serv. Bull.* 49, Bot. Sec. 1925.

3. Briton Jones, H. R. Mycological note, *Rhiz. batat.* (Taub.) But., *Trop Agriculture,* 4 : 147-148, 1927.

4. Maublanc, A. *Bull. Soc. Myc.* France, 121 : 90, 1925.

5. Maresquelle M. Sur un *Slerotium* parasite du Maïs, *Rev. de Poth. Veget.,* 11 : 156-159, 1924.

6. Parck, M. *The trop Agriculturist,* 70 : 171-174. 1928.

7. Reichert I. and Helinger. Bean Blight caused by *S. bataticola* Jedeoth. — Vol. II, N° 1-2, 1929.

8. Small, W. On *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) But. as a cause of root diseases in the tripics. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 13 : 40-68, 1928.

9 Taubenhause, J.J. The black rot of the sweat Potato. *Phytopatholy* 3 : 159-166, 1913.

10 Tunstall, A. C. *Indian Tea Assoc. Sci. Dept Qurt. Journal* 159, 1925.

Peronospora arborescens *(Berck.) de Bary, parasite très important de* Papaver somniferum *en Yougoslavie.*

par le Docteur Mladen YOSSIFOVITCH

I. Introduction.

II. « Peronospora arborescens » et ses hotes.

III. Caractères et évolution de la maladie : a) *Le moment de l'apparition de la maladie;* b) *La marche de la maladie suivant l'époque de la contamination;* c) *La reproduction expérimentale de différentes formes de la maladie.*

IV. Le champignon parasite : 1° *Mycelium;* 2° *Suçoirs;* 3° *Conidiophores;* 4° *Conidies;* 5° *Les Oospores;* 6° *Germination des conidies; a)* Mode de germination, *b)* Influence de la température, *c)* Influence de l'humidité. 7° *Mode de contamination du pavot par les conidies et la durée de l'incubation.*

V. La maladie peut-elle se transmettre par la semence ?

VI. Les mesures a prendre pour combattre la maladie.

VII. Bibliographie.

I. Introduction.

La culture du Pavot à opium (*Papaver somniferum*) est une des plus importantes de la Serbie du Sud. Elle est d'autre part très intéressante pour l'économie générale du pays, car son produit principal, l'alcaloïde, sert exclusivement à l'exportation. De 1923 à 1927, on a expédié à l'étranger 343.000 kilogrammes d'opium brut, dont la valeur dépasse 300

millions de dinars. Cette culture est aussi très rémunératrice, lorsqu'elle n'est pas endommagée par des intempéries ou des maladies. Les bonnes années, un hectare peut donner de 15 à 20 kg. d'opium brut et de 400 à 600 kg. de graines. Dans le pays producteur, on admet généralement que la graine seule paie les frais culturaux, et que l'opium constitue un revenu net, représentant une somme de 10 à 15.000 dinars par hectare. C'est la raison principale qui fait apprécier cette culture du Pavot à opium. Jusqu'à présent, aucune autre plante n'a donné dans le pays autant de bénéfices nets.

Le Pavot à opium trouve dans la Serbie du Sud un terrain et un climat très favorables qui lui permettent de donner un produit de toute première qualité, apprécié et fort recherché par les industries correspondantes de toute l'Europe. Mais, cette plante a un ennemi sérieux. Outre que des froids rigoureux, des vents chauds avant et des pluies pendant la récolte de l'opium peuvent entraîner des dommages souvent graves, une maladie cryptogamique, causée par le *Péronospora arborescens* (Berk) de Bary, présente un écueil de grande importance, pour la bonne réussite de la culture de ce végétal intéressant. Cette maladie est capable, pendant les années favorables, de réduire la récolte de moitié, quelquefois de deux tiers et même davantage. J'en ai vu des champs presque complètement desséchés. Ce développement prodigieux n'est pas étonnant, car il est favorisé par des causes multiples. D'abord, une influence extrêmement importante est exercée par un assolement défectueux. Le Pavot est cultivé sur la même place trois à six années consécutives et souvent plus longtemps. De plus, on laisse pourrir les tiges du Pavot dans les champs et certains agriculteurs même emploient comme fumier les déchets de capsules. De cette façon, les champs à Pavot deviennent de plus en plus contaminés et les infections de plus en plus

abondantes du Pavot n'en sont que la suite inévitable.

Enfin, aucun traitement n'étant pratiqué, le mal suit librement son cours et n'est diminué ou aggravé que par les facteurs plus ou moins favorables du milieu.

Pour pouvoir prendre les mesures susceptibles d'enrayer autant que possible le mal, le Ministère de l'Agriculture de Yougoslavie m'a fait l'honneur de me charger d'entreprendre l'étude de cette maladie et de rechercher les moyens les plus pratiques pour la combattre.

Ce sont les résultats de ces recherches qui vont être exposés dans le présent travail.

II. *Peronospora arborescens* et ses hôtes.

SYNONYMIE : *Botrytis arborescens* Berkeley (Journ. Hort. Soc. London, I, p. 31).

— *Peronospora effusa* var. *Papaveri* Desmazière (Plantes cryptogames du Nord de la France, n° 411).

— *Peronospora grisea* Unger (Bot. Zeitung 1847, p. 315).

— *Peronospora grisea* B *minor* Caspari (Rabenh., Herb. Mycol., éd. 2, n° 323; Fuckel, Fungi rhen. n° 4 et 13, 1905.

— *Peronospora Papaveris* Tulasne (Compt. Rend. Acad. Sc., 38, 1855, p. 26).

— *Peronospora arborescens* (Berk.) de Bary f. *Papaveri somniferi* Sacc. (Mycotheca Venata, n° 1338).

Les hôtes de cette cryptogame sont *Papaver dubium, Papaver Rhœas, Papaver somniferum, Meconopsis cambrica, Papaver alpinum* × *nudicaule, Papaver Argemone, Papaver sparsa* et *Argemone platyceras.*

Le parasite a été constaté sur le *Papaver somniferum* en Angleterre, Hollande, Suisse, Allemagne, Au-

triche (Tyrol), Tchécoslovakie, Italie, Russie (Don d'après ANDREYEFF, Vyatka d'après FOKIN, Sibérie), Japon, Les Indes, Egypte et Perse.

La Yougoslavie et les pays balkaniques en général ne figuraient pas dans cette liste dressée par E. GAUMANN (10) en 1923. L'existence du *Peronospora arborescens* dans la Serbie du Sud sur le Pavot à opium n'a pas été signalée, que je sache, jusqu'en 1927, lorsque j'avais, pour la première fois, noté par une communication adressée à l'Institut International d'Agriculture de Rome (Moniteur Int. Prot. Plantes, n° 2, 1928, pp. 18-19) les grands dégats que provoquait ce champignon à la culture de cette plante. Cependant ce parasite n'était pas nouveau pour le pays. Il y existait depuis de longues années. Mais il m'est impossible de préciser la date exacte de son apparition, étant donné que le Pavot est cultivé pour la production de l'opium dans la région depuis 80 ans environ et les documents que j'ai pu recueillir ne datent que du début de ce siècle.

III. Caractères et évolution de la maladie.

Dans la Serbie du Sud, on sème le Pavot à opium soit en automne, au mois d'octobre, soit au printemps, dès le mois de février. Mais, les semis d'automne sont préférés parce qu'ils donnent des plantes produisant plus d'opium et d'une qualité supérieure. Ceux du printemps ne sont pratiqués le plus souvent que lorsque les semis d'automne ont gelé.

a) LE MOMENT DE L'APPARITION DE LA MALADIE. — *Le Pavot peut être contaminé dès la germination* aussi bien en automne qu'au printemps. Et la contamination se poursuit durant toute la végétation de la plante, même après la floraison; toutes les parties aériennes sont susceptibles d'être attaquées : les

feuilles, la tige, la fleur (sépales et pétales), et même le fruit.

Sur les semis d'automne, *la maladie apparaît avant l'hiver*, fait qui n'a pas été signalé jusqu'à présent dans les pays européens, où les semis d'automne sont pratiqués.

Fig. 1. — Jeune Pavots malades; le gazonnement conidifère est visible sur la face inférieure des feuilles.

b) La marche de la maladie suivant l'époque de contamination. — Les plantes contaminées au cours du développement des feuilles cotylédonnaires, le plus souvent, périssent rapidement. Cependant, quelquefois, elles peuvent continuer à se développer un

certain temps; même deux à trois premières feuilles peuvent prendre naissance. Mais toutes ces feuilles sont envahies par le champignon parasite dès leur sortie du bourgeon, et ont bien vite leur face inférieure couverte d'un duvet abondant (fig. 1). Le végétal ainsi entièrement parasité succombe plus ou moins rapidement. Toutes les plantes contaminées dès leur germination en automne sont condamnées à une mort très précoce. Jamais, elles ne survivent l'hiver.

Au cours de l'automne, on rencontre également des plantes qui, n'ayant été contaminées qu'après avoir développé 2 à 4 feuilles, ne sont que partiellement attaquées. Sur ces plantes, tous les degrés de la maladie peuvent être observés : tantôt les feuilles cotylédonnaires sont restées saines, tandis que les autres sont chlorotiques et légèrement déformées, tantôt un cotylédon et une feuille sont seuls sans parasite, toutes les autres étant contaminées, etc...

La tige de ces jeunes plantes peut être aussi attaquée sur une plus ou moins grande longueur, soit que le mycélium des feuilles malades descende dans la tige, soit que cette dernière ait été contaminée directement. Le parasite est alors localisé sur un ou plusieurs points. A la partie supérieure de ces tiges malades, se développe également le gazonnement conidifère.

D'autre part, sur les plantes attaquées toutes jeunes, le point végétatif est presque sans exception envahi par le mycelium. C'est à cause de cela que les nouvelles feuilles, si elles arrivent à se développer, deviennent malades dès leur origine et succombent rapidement.

Lorsque la contamination a lieu plus tardivement, lorsque déjà 6 feuilles au moins se sont développées, la maladie peut prendre deux formes bien distinctes, suivant que le parasite avait pénétré dans un tissu

en état de division ou dans un tissu dont les cellules avaient cessé de se multiplier.

Dans ce dernier cas, le parasite provoque des né-

Fig. 2. — Pied de Pavot dont le sommet végétatif a été contaminé. Les feuilles les plus jeunes sont entièrement envahies; celles qui sont situées immédiatement en dessous ont leur partie inférieure prise et déformée. Les feuilles de la base n'ont que des taches brunâtres.

croses plus ou moins localisées sur les différentes parties de la plante; des taches brunes apparaissent. Le nombre et l'étendue de ces taches varient suivant que le milieu est plus ou moins favorable au développement et à la dissémination du parasite. Ainsi

les feuilles peuvent rester tout simplement tachetées ou se dessécher complètement. Dans les premiers

Fig. 3. — Même légende que la figure 2.

jours du printemps, les taches brunes se manifestent tout d'abord sur les feuilles inférieures, les plus

proches du sol. Au cours du printemps, la maladie gagne celles du milieu et enfin celles du sommet. Les tissus envahis deviennent chlorotiques, puis brunissent et se dessèchent. Lorsque le calice est fortement attaqué, la fleur ne s'ouvre pas et la formation du fruit est entravée. Le fruit contaminé jeune se déforme, reste petit, se dessèche en partie, donne très peu, ou même pas du tout d'opium brut et les graines pourrissent en partie.

Dans cette forme du mildiou, qui a été le plus souvent décrite jusqu'à présent et qui, d'ailleurs, peut être extrêmement grave, il se produit, en règle générale, autant de taches nécrosées, qu'il y a eu de contaminations, le champignon parasite restant plus ou moins localisé autour des points de pénétration.

Mais, lorsque la contamination s'est produite dans les tissus en état de division, la maladie prend une forme tout à fait différente et bien caractéristique.

Au cours de la végétation, aussi bien en automne qu'au printemps, il arrive que le sommet végétatif soit contaminé. Dans ce cas, en règle générale, tous les organes qui se développent de ce point végétatif sont envahis par le parasite, au fur et à mesure de leur développement.

Ainsi, les feuilles étant contaminées dès leur origine, deviennent plus épaisses, se déforment, se cloquent et restent vert-jaunâtre. Rapidement leur face inférieure se tapisse d'un duvet touffu. Le parasite gagne aussi les feuilles encore jeunes les plus proches du sommet végétatif contaminé; mais le plus souvent, il n'envahit que la moitié inférieure du limbe, qui se déforme et perd sa couleur verte, pendant que la moitié supérieure conserve sa forme et sa couleur normale (Fig. 2 et 3).

Ces plantes, aux feuilles supérieures gravement malades, continuent le plus souvent à se développer, et même assez bien, tant que les feuilles inférieures

Fig. 4. — Pied de Pavot attaqué par *P. a borescen*[illegible]s parties de la tige et des feuilles qui se sont développées au sommet végétatif contamine sont entièrement envahies par le parasite, déformées et chlorotiques (début de la floraison).

ne sont pas sérieusement atteintes. La tige s'accroît, mais devient plus épaisse et chlorotique, se couvre des conidiophores et se déforme. La fleur même se

FIG. 5. — Pier de Pavot attaqué par *P. arborescens;* Les parties de la tige et des feuilles qui se sont développées au sommet végétatif contaminé sont complètement sèches (fin de la floraison), tandis que les feuilles de la partie inférieure ne sont que marbrées par des taches brunâtres.

montre fréquemment, mais elle ne parvient jamais à s'ouvrir. Le calice, gravement attaqué, noircit, reste adhérent et empêche le développement de la capsule.

Ces plantes n'arrivent jamais à former leur fruit. Sauf cela, elles parviennent à accomplir leur développement végétatif presque complet. Et il est surprenant que des tissus ainsi bourrés de mycélium, puissent résister aussi longtemps. C'est seulement à l'époque de la floraison que le plus souvent, ils commencent à dépérir, à brunir et à se dessécher (Fig. 4 et 5). Mais si, au contraire, le parasite arrive à dessécher la plus grande partie des feuilles de la base, lesquelles étant complètement développées au moment de la contamination du point végétatif, la plante entière périt rapidement, avant même que la tige ait commencé à s'allonger. Il semble que les feuilles supérieures parasitées, déformées et jaunâtres, aient été soutenues dans leur résistance contre le champignon par les feuilles saines de la base.

Il arrive parfois que, sur ces plantes, dont la partie supérieure est entièrement envahie par le parasite, des rameaux secondaires prennent naissance à l'aisselle des feuilles malades. Mais tous ces rameaux deviennent à leur tour la proie du champignon. Ils sont contaminés dès le début et prennent l'aspect de la partie du pavot qui s'est développée du sommet végétatif contaminé (Fig 6) ressemblant beaucoup au « buby-kopf » des Allemands produit par le *Pseudoperonospora Humuli* sur le Houblon.

Des pousses analogues peuvent se développer également, soit à l'aisselle des feuilles partiellement atteintes, soit à l'aisselle de celles tout à fait saines. La contamination de ces pousses est produite soit par le mycelium qui passe de la feuille malade au bourgeon, lorsque la partie inférieure de la feuille est parasitée, soit par les conidies, lorsque la feuille ne présente aucune trace de maladie.

Le pourcentage de ces pieds à partie supérieure malade a été dans beaucoup de cas élevé. Au mois d'avril et mai, j'en ai trouvé fréquemment de 5 à 10

pour cent et, par place, même jusqu'à 40-50 pour cent, bien que les binages de printemps détruisent toujours un nombre plus ou moins important. Ce qui

Fig. 6. — Pousse secondaire de Pavot dont le sommet végétatif a été contaminé au début de son développement.

prouve que cette forme de mildiou du Pavot est souvent très abondante. M. A. D. Fokin (9) a également constaté dans le gouvernement de Vyatka (Russie)

durant l'été 1922, un cas où 50 % des Pavots ont été infectés par *P. arborescens,* « qui y produisait une hypertrophie et une incurvation des tiges et des pédoncules floraux ».

La nature exacte de ces plantes à feuillage chlorotique et cloqué n'est pas connue des agriculteurs. C'est pour cela qu'ils ne les éliminent pas de leurs champs au cours des façons culturales. Ceci, d'ailleurs, n'est pas étonnant, car ces plantes au mois de mars et avril, bien que fortement parasitées, se portent encore très bien, ont souvent la même taille que les pieds sains et ne diffèrent de ceux-ci que par la couleur et la forme des feuilles, altérations insuffisantes pour dénoncer à un œil inexpérimenté l'existence d'une maladie grave.

c) La reproduction expérimentale de différentes formes de la maladie. — Les essais de contamination ont été effectués au moyen de conidies en suspension dans des gouttes de rosées ou d'eau distillée. Ils ont porté sur des sujets à divers degrés de développement et ont donné des résultats ci-après.

1) Jeunes semis au cours du développement des feuilles cotylédonnaires. — Le temps humide et frais du mois de mai a favorisé le développement du champignon; 10 jours après l'infection, sur 80 pour cent des sujets, les cotylédons et les deux feuilles développées ont été pris. Rapidement après, tous les pieds atteints s'étaient desséchés.

2) Les plantes ayant 3 ou 4 feuilles développées en plus de celles cotylédonnaires. — Certaines d'entre elles ont eu toutes les feuilles envahies; les autes seulement une partie. Mais, sur ces dernières, le mal a rapidement progressé de telle sorte que, dans les deux cas, les sujets atteints ont succombé.

3) Plantes ayant plus de 6 feuilles développées. — Les conidies ont été déposées soit sur le limbe, soit à l'aisselle des feuilles les plus jeunes du milieu de la ro-

sette. Les contaminations réussies ont provoqué l'apparition sur le limbe de taches d'abord chlorotiques, plus brunâtre, plus ou moins étendues : la forme de la maladie à taches s'est trouvée ainsi exactement reproduite.

Toutes les fois que la contamination du sommet végétatif a été obtenue, les feuilles nouvellement développées ont été envahies complètement par le champignon; celles qui étaient les plus jeunes au moment de l'infection avaient leur base chlorotique et boursouflée. La fleur n'arrivait pas à s'ouvrir. Sur la tige déformée on pouvait suivre la trace brunâtre causée par le parasite, qui, partant de l'aisselle de la feuille, où les conidies avaient été semées, allait jusqu'à la fleur. Les pousses secondaires qui se sont développées dans la suite étaient toutes malades. Ainsi, la seconde forme de la maladie était, elle aussi, reproduite expérimentalement.

IV. Le champignon parasite.

1° Mycelium. — Le mycelium est très visible dans les coupes colorées avec de la deltapurpurine et observées dans une goutte de ce colorant. Dans les feuilles, dans le parenchyme en palissade, il longe le plus souvent les cellules; mais dans les feuilles contaminées jeunes, il se fraie son chemin dans tous les sens autour des cellules. Dans le parenchyme lacuneux les filaments mycéliens s'enchevêtrent et se pelotonnent souvent pour remplir plus ou moins complètement les méats intercellulaires. Ils prennent parfois des renflements piriformes. Le mycélium se développe également immédiatement sous l'assise épidermique, envoyant ses suçoirs dans les cellules de cette assise.

Dans les feuilles jeunes, les filaments mycéliens contournent les faisceaux libero-ligneux et gagnent

le mésophylle voisin. Souvent ils viennent jusqu'aux vaisseaux, sans cependant jamais pénétrer entre eux. Au contraire, dans les feuilles âgées, les nervures, surtout les principales, présentent un obstacle presque infranchissable pour le mycelium. Ainsi les feuilles contaminées tardivement présentent des taches polygonales bien délimitées par les nervures, analogues à celles étudiées par Max Cornu (7) sur

Fig. 7. — Cellules de Pavot à opium renfermant des suçoirs (*m*, *mycelium*).

les feuilles de la Vigne parasitées par le *Plasmopara viticola* et par L. Mangin (14) sur les plantes attaquées par *Plasmopara densa, Peronospora parasitica* et *Bremia Lactucae*.

Dans les tiges, le mycelium se développe surtout abondamment dans le parenchyme cortical, mais pénètre aussi dans le cylindre central, passe entre les faisceaux libero-ligneux et atteint parfois la moelle.

Le diamètre du mycelium est assez variable, allant

de 9 à 14 μ. Il contient par place ces amas de callose signalés par L. Mangin (13 et 14) chez les Peronosporées. J'ai trouvé bien souvent les tampons callosiques fermant le filament à côté du point d'insertion des suçoirs.

Les extrémités des filaments mycéliens dans la chambre sous-stomatique se dirigent vers l'ostiole et engendrent les conidiophores.

2° Suçoirs. — Les suçoirs se colorent très intensément par la deltapurpurine. Mais on les voit beaucoup plus nettement lorsqu'on les examine dans la glycérine que lorsqu'ils restent dans le colorant, car dans la glycérine le mycelium se décolore presque complètement, tandis que les suçoirs conservent leur couleur d'un rose intense. Ils sont filiformes et le plus souvent ramifiés (Fig. 7), tels qu'ils sont précisément décrits par L. Mangin (14), et non courts et ramifiés, comme l'affirme Buttler (6). Les suçoirs peuvent se ramifier dès leur pénétration dans la cellule ou rester simples sur une longueur plus ou moins grande, formant ainsi une base de laquelle part ensuite un certain nombre de rameaux simples ou bifurqués, qui souvent se pelotonnent et s'enchevêtrent pour constituer fréquemment une masse confuse.

3° Conodiophores. — A côté des conidiophores normalement développés, et dont la forme est bien connue, j'ai trouvé sur plusieurs coupes de feuilles du Pavot à opium faites en séries (fixateur Bouin-Dubosc, coloration à l'hématoxyline de Weigert) des conidiophores simples, sans aucune ramification, qui se terminaient par une conidie elliptique, de forme et de grosseur normales. Ces conodiophores anormaux n'ont pas été signalés, que je sache, jusqu'à présent chez le *P. arborescens*, ni chez les *Peronospora* en général. Ils peuvent rester très courts et se terminer par une conidie dès leur sortie de l'os-

tiole (Fig. 8 A.), ou s'allonger plus ou moins, jusqu'à 60 μ dans certains cas (Fig. 8 B), et produire ensuite une conidie à leur extrémité.

Je tiens encore à indiquer que ces conidiophores particuliers se trouvaient uniquement sur les feuilles contenant les oospores en abondance. Ne proviennent-

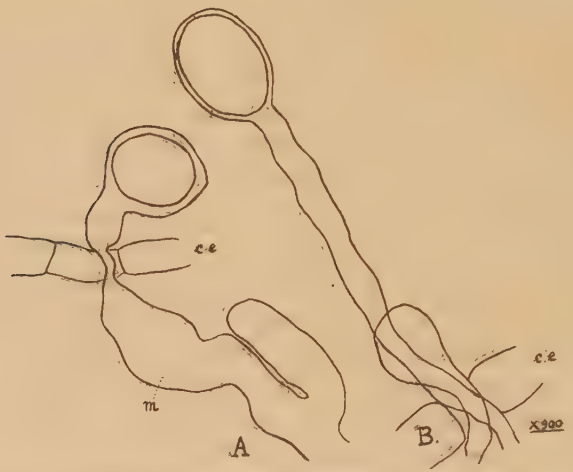


Fig. 8. — Conidiophores simples, anormaux, sortant d'une feuille de Pavot à opium.

ils pas alors de la germination de ces oospores ? Possible. Mais pour donner une réponse précise une étude de cette germination in vitro, — étude que je poursuis — est indispensable.

4° Conidies. — Sur le Pavot à opium j'ai rencontré deux types morphologiques de conidies : les unes plus ou moins ovales, avec une faible différence entre la moyenne des longueurs (L) et la moyenne des largeurs (l) $\frac{L}{l} = 1{,}17$ (Fig. 9 A), et les autres franchement elliptiques, plus grandes en général que les premières et ayant une différence plus grande entre L et l : $\frac{L}{l} = 1{,}43$ (Fig. 9 B). Dans certains cas c'est le premier type, dans d'autres c'est le second qui pré-

domine. Les causes de ces variations me sont restées inconnues.

Dans le premier type prédominent les conidies ayant 18,7 μ de longueur et 16,3 μ de largeur (avec

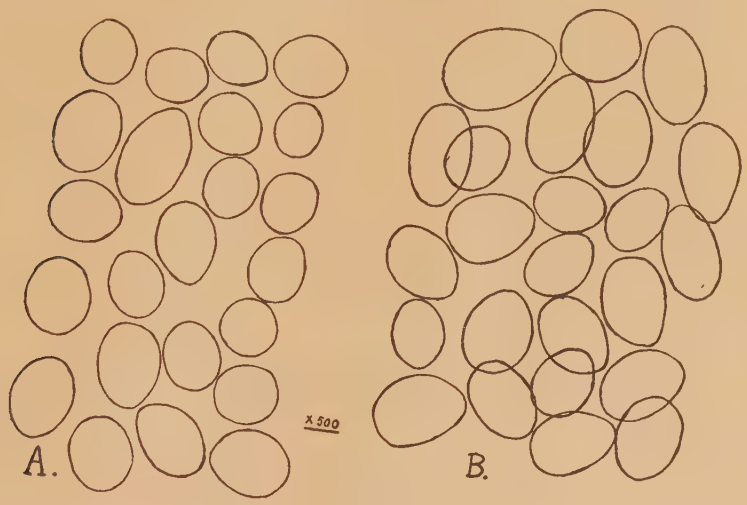


FIG. 9. — Deux types morphologiques de conidies trouvées sur le Pavot à opium.

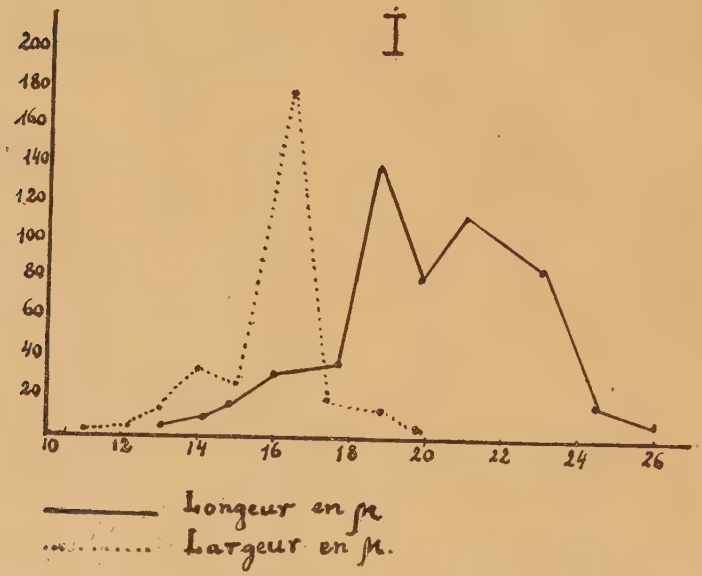
A. Conidies plus petites, avec $\frac{L}{l}=1,17$.

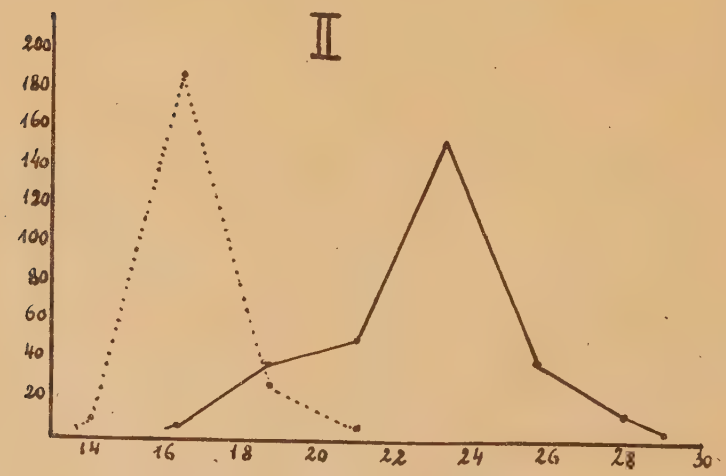
B. Conidies plus grandes avec $\frac{L}{l}=1,43$.

les extrêmes 13-26×11-19,5 μ), tandis que dans le second celles de 23,3 μ de longueur et de 16,3 μ de largeur (avec les extrêmes 16-29×14-21 μ). [Comparer les polygones de variation I et II]. Il est intéressant de remarquer que la moyenne des largeurs de conidies est la même dans les deux types morphologiques. La différence très prononcée existe seulement entre les moyennes des longueurs et les rapports $\frac{L}{l}$ des deux types.

Ces mensurations ne concordent pas exactement avec les valeurs données par E. GAUMANN (10), qui a trouvé que la moyenne des longueurs des conidies développées sur *Papaver somniferum* (qui sont

d'après cet auteur du même type que celles développées sur *Papaver Rhœas*) est de 16,5 μ et la moyenne





des largeur 15,5 μ, avec les extrêmes 9,6-25 × 8-22,4μ et $\frac{L}{l} = 1{,}09$. Mais cette différence peut s'expliquer, car tous les auteurs qui ont étudié des coni-

dies de *Peronospora arborescens* sont arrivés à des valeurs différentes. Ainsi les dimensions des conidies sont : d'après De Bary, 13,3-14,3 μ; d'après Saccardo, 15-22×13-18 μ; d'après Berlese (5), 20-24×16-20 μ; d'après Oudemans (16), 15-22×15-18 μ; d'après Schroeter, 15-20×15-18 μ; d'après Rabenhorst's, 16 μ; d'après Buttler (6), 20-25×18-20 μ; etc. Ceci prouverait que les dimensions des conidies ne repré-

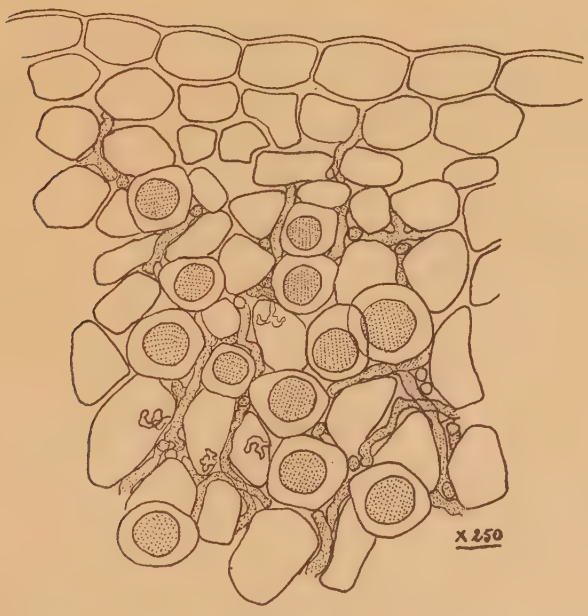


Fig. 10. — Oospores dans le parenchyme cortical d'une tige.

sentent pas un caractère stable du champignon et que peut-être l'action du milieu n'est pas étrangère à cette variabilité.

5° Oospores. — Les oospores se forment abondamment et d'une façon précoce. J'ai trouvé ces organes de conservation en très grand nombre dans les feuilles et les tiges prélevées déjà dans la première moitié du mois de mai. Dans le parenchyme cortical, ils

peuvent être abondants au point de se toucher même souvent entre eux (Fig. 10). Dans une coupe de tige, sur un carré de 150 μ de côté, j'ai compté 16 oospores.

L'étude morphologique de ces organes étant faite par plusieurs auteurs bien connus [De Bary (3), Berlese (4), Buttler (6), Massee (15)], je me bornerai simplement à signaler la grande variabilité des dimensions aussi bien des oogones que des oospores.

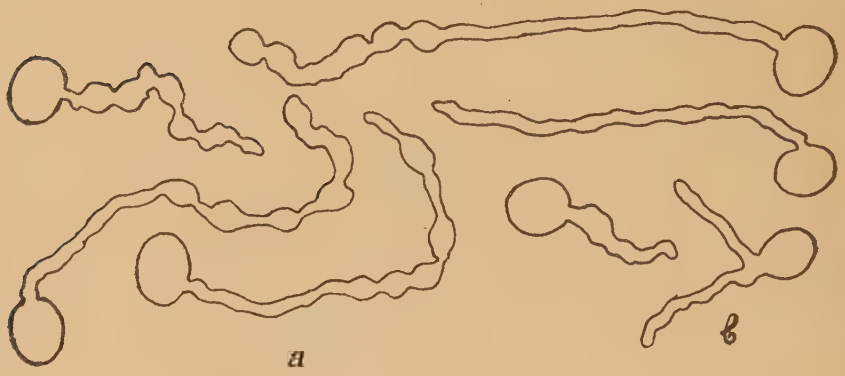


Fig. 11. — Conidies germées dans une goutte pendante.
a. tubes germinatifs anormaux
b. tubes germinatifs normaux (×525).

Le diamètre des oogones varie entre 30,5 μ et 53 μ, avec la moyenne de 37-41 μ ; celui des oospores entre 23 et 39 μ, avec la moyenne de 24-26 μ. Ici aussi, comme chez les conidies, les dimensions des oogones et des oospores données par les différents auteurs ne concordent pas. Ainsi les oospores ont : d'après Berlese (4), 30-34 μ; d'après Massee (15), 25-35 μ; d'après Buttler (6), 21-28 μ. Par conséquent la grosseur de ces organes ne présente pas une valeur suffisamment fixe pour pouvoir servir comme une des caractéristiques de l'espèce.

6° Germination des conidies. — a) *Mode de germi-*

nation. — Les conidies germent en émettant directement un tube germinatif, qui peut provenir d'un point quelconque de leur surface. Dans la goutte pendante elles produisent le plus souvent des filaments cylindriques ayant un diamètre sensiblement le même sur toute leur longueur, 4-5 μ. (Fig. 11, b). C'est cette forme du tube germinatif qui a été jusqu'à présent uniquement observée et décrite par les différents auteurs [Buttler (6)]. Mais ces tubes peuvent avoir dans certains cas une forme plus ou moins irrégulière; des renflements piriformes, un ou plusieurs, peuvent se former le long du tube, atteignant parfois un diamètre de 9 à 11 μ (Fig. 11 a).

En suivant de plus près le développement de ces germes élargis, j'ai pu constater que les renflements se produisaient uniquement sur ceux qui se trouvaient au contact direct de la lamelle. Le pourcentage de ces germes anormaux a été toujours plus grand dans les germinations obtenues dans l'eau distillée entre lame et lamelle que dans la culture en goutte pendante. Les filaments suspendus dans le liquide conservent toujours leur forme cylindrique.

Des germinations analogues des conidies se produisent aussi sur les feuilles de la plante hôte. Le germe, qui est toujours filiforme au début, s'élargit à son extrémité dès que celle-ci touche l'épiderme (Fig. 12). Et de cet élargissement ensuite part un filament plus mince qui traverse la membrane cellulaire. La partie cylindrique du germe peut rester très courte, ou même ne pas exister si le sommet de celle-ci vient au contact de l'épiderme dès sa naissance.

Il paraîtrait donc, que dans les germinations sur un support artificiel, le verre, les élargissements du tube germinatif se produisent chaque fois que le sommet de celui-ci touche au substratum solide.

b) *Influence de la température.* — Les conidies prélevées des feuilles malades sont recueillies dans une petite quantité d'eau distillée. Cette eau, conte-

nant ainsi les conidies en suspension, est utilisée ensuite pour les cultures en goutte pendante dans une cellule de Van Thiegem. De cette manière j'obtenais, pour toutes mes expériences de germination, un matériel absolument comparable. L'influence de la température a été jugée d'après le nombre des conidies germées et la longueur des tubes germinatifs développés pendant un temps déterminé.

Par des séries d'expériences répétées au cours de deux années consécutives (1928 et 1929), je suis arrivé aux résultats suivants :

A la température de + 17° à 18° C., les germinations des conidies sont les plus nombreuses et les tubes germinatifs s'accroissent le plus rapidement. C'est la *température la plus favorable, la température optima.*

A une température de + 23° à 24°5 C. les conidies germent, mais en petit nombre et leur tube germinatif s'allonge lentement.

Lorsque la température atteint + 25° à 26° C, les germinations deviennent impossibles. Mais cette température n'est pas mortelle; les conidies, même après un séjour de 46 heures à l'étuve à + 25°-26° C. transportées à la température de + 18° à 20° C. germent. Par conséquent, la température de + 25° à 26° empêche simplement la germination sans tuer les conidies. Les températures supérieures sont encore plus nuisibles. Les conidies ayant été soumises pendant 16 heures à une température de + 27°5 à 29° C avaient toutes perdu leur pouvoir germinatif. La *température maxima* de la germination des conidies serait, par conséquent, celle de + 25° à 26° C.

A des températures de + 11° à 13° C, les germinations sont abondantes. Elles sont possibles même à une température de + 4°-7° C. A cette température, dans les cultures en goutte pendante, 30 à 40 % des conidies avaient germé au bout de 24 heures, mais

leur tube germinatif est resté court, dépassant rarement deux ou trois diamètres de la conidie, tandis que dans le témoin (température de + 18°5-20° C) il s'approchait souvent de dix diamètres. L'influence des températures inférieures à + 4°-7° C. faute de dispositifs appropriés, n'a pas pu être étudiée.

Dans tous les cas, la *température minima* de la germination des conidies se trouve *au-dessous de* + 4°-7°.

c) *Influence de l'humidité.* — Trois degrés différents d'humidité ont été expérimentés : l'eau à l'état liquide (conidies dans la goutte pendante); l'atmosphère très humide (conidies sur un porte-objet dans une boite de Petri à fond mouillé); et l'atmosphère relativement sèche (de 44° à 60° hygrométriques).

1) Dans la goutte pendante, les conidies germent toujours en grand nombre, sous condition que la température soit en même temps favorable.

2) Avec les conidies se trouvant dans un milieu très humide, deux cas peuvent se présenter. Si la vapeur d'eau vient à se condenser autour des conidies, elles germent. Mais si cette condensation ne se produit pas, les conidies ne germent point.

3) Avec les conidies laissées à l'humidité du laboratoire (44°-60° hygrométriques), je n'ai jamais obtenu de germination.

Par conséquent, sur un substratum artificiel, les germinations ne sont possibles que lorsque les conidies se trouvent dans l'eau. L'humidité de l'air, même très élevée, n'est pas suffisante. W. L. Doran (8) est arrivé aux mêmes conclusions pour *Peronospora pigmaea*. L'eau à l'état liquide est aussi indispensable à la germination des conidies de ce champignon.

Mais on obtient des résultats différents lorsqu'on procède à la germination des conidies sur la plante hôte. Pour ces expériences, j'ai utilisé de jeunes Pavots à opium, cultivés dans les pots au laboratoire,

sur lesquels je déposais les conidies. Quatre de ces pots ont été mis sous cloche en verre; quatre autres sont laissés au laboratoire. Deux jours après, par un examen microscopique de la surface des feuilles, j'ai constaté qu'un certain nombre de conidies avait germé aussi bien sous cloche qu'à l'air libre. Par contre, dans les mêmes conditions d'humidité de l'air, aucune des conidies déposées sur la lame porte-objet n'a germé. Pendant cette expérience, l'humidité de l'air du laboratoire avait oscillé entre 44° et 56° hygrométriques. Quatre jours après, sur les deux lots de plantes, les taches chlorotiques avec le duvet caractéristique sont apparues. La contamination des plantes dans les deux cas a été ainsi obtenue. Par conséquent, sur la plante hôte, l'eau n'est pas indispensable à la germination des conidies. Même celles-ci germent dans une atmosphère relativement sèche.

D'où vient cette différence ? Pourquoi, dans les mêmes conditions d'humidité de l'air, sur la plante nourricière, les conidies germent, tandis que sur le verre elles ne germent point ? En quoi consiste l'action du végétal hôte ? S'agit-il d'une action de stimulation ? Il est difficile de se prononcer.

D'autre part, j'ai constaté que l'influence de l'humidité de l'air sur l'intensité des contaminations, et le développement de la maladie en général est très sensible. Sous cloche j'obtenais toujours un plus grand nombre de plantes infectées que dans l'air libre. De plus, les plantes malades, tenues dans une atmosphère humide, succombent plus rapidement. D'autre part, la formation des conidiophores et conidies est plus rapide et plus abondante dans un milieu humide. Souvent, sur les taches nécrosées des feuilles, qui se développent au cours d'un temps sec, le duvet conidifère ne se forme pas. Les feuilles que je réussissais à contaminer au laboratoire jaunissaient, et même se désséchaient sans que les organes sporifères apparaissent. Mais, une fois mises sous

cloche humide, les taches, stériles jusque-là, se couvraient d'un duvet abondant.

Ainsi l'humidité de l'air agit favorablement aussi bien sur la contamination et le développement du parasite dans les tissus de la plante hôte, que sur la formation des conidiophores et conidies, et, par suite, sur la propagation de la maladie.

Fig. 12. — Conidies germées sur une feuille de Pavot à opium. Mode de pénétration du tube germinatif à travers l'épiderme.

7° Mode de contamination du pavot par les conidies et durée de l'incubation. — Le tube germinatif émis par des conidies est capable de pénétrer dans les tissus végétaux de la plante hôte en traversant directement les cellules épidermiques. Les ouvertures stomatiques ne lui sont pas indispensables. Déjà De Bary avait constaté que les germes du champignon parasite perforent l'épiderme de la tige même adulte du *Papaver somniferum* (De Bary, 2, p. 47).

Les feuilles peuvent être contaminées aussi bien par leur face supérieure que par celle inférieure.

J'arrivais à les contaminer expérimentalement en dé, posant les conidies soit sur une, soit sur l'autre face.

Le tube germinatif traverse l'épiderme de la manière suivante : l'extrémité du tube qui est, en règle générale, cylindrique, au contact de l'épiderme s'élargit; sur cette partie élargie se développe ensuite, au point où celle-ci s'appuie, un fin filament qui perfore la membrane et pénètre dans la cellule épidermique. Une fois pénétré, le tube s'élargit de nouveau et s'accroît le plus souvent directement vers la paroi opposée, qu'il traverse de la même façon, aussi par un fin filament (Fig. 12). Dès que ce filament a pénétré dans le mésophylle, il prend les dimensions des hyphes ordinaires et continue à cheminer dans les méats intercellulaires.

Sur une coupe transversale de la feuille on peut voir ces rétrécissements très sensibles du tube germinatif dans les parois des membranes des cellules épidermiques (Fig. 12).

La présence du parasite dans les tissus de la plante hôte ne se manifeste pas immédiatement par des changements qui pourraient être constatés extérieurement. Par des essais de contamination, faits aussi bien sur les plantes élevées dans les pots au laboratoire, que sur celles cultivées en plein champ, j'ai constaté qu'au mois d'avril et de mai, lorsque la température oscille entre 12° et 24°, les premiers signes extérieurs de la maladie apparaissent déjà le quatrième ou le cinquième jour. Par conséquent, l'incubation de la maladie pendant ces deux mois de printemps ne dure pas plus de quatre jours ce qui est très favorable à l'extension du parasite.

V. La maladie peut-elle se transmettre par la semence ?

Comme on constate des manifestations de la maladie dès le début du développement cotylédonnaire des semis, on peut se demander si le champignon parasite ne se conserve pas dans les graines elles-mêmes pour évoluer ensuite avec l'embryon. Dans le but d'éclaircir cette question, dont l'importance pratique est grande, j'ai procédé à des observations directes.

La semence employée a été celle qui sert ordinairement dans le pays. Les ensemencements ont été faits dans une serre et sur un défrichement Topcider. Dans la serre toutes les précautions ont été prises pour éviter une contamination venant du dehors. Dans tous ces essais, répétés à trois reprises, je n'ai obtenu aucune plante malade. La maladie, par conséquent, ne s'était pas transmise par les graines.

L'étude anatomique de toutes les jeunes plantes malades, m'a amené à la même conclusion, à savoir que la contamination ne venait pas de la graine. D'abord, il n'est pas rare que chez ces plantes malades toutes jeunes, un seul cotylédon soit parasité; de plus, très souvent, sur la tige on trouve le mycélium localisé à plusieurs points. D'autre part, j'ai constaté que le mycélium gagnait la partie supérieure de la tige en partant des cotylédons malades. Tous ces faits ne sont pas en faveur de l'hypothèse de la contamination embryonnaire.

En étudiant le moment de l'apparition et le développement de la maladie sur les jeunes semis d'automne, j'étais frappé par le fait que sur certaines places, de 30 à 80 pour cent des plantes étaient contaminées. Ces ilots de maladie prenaient naissance précisément aux endroits où des déchets de capsules de Pavot avaient été accumulés, apportés comme fu-

mier. Le rôle de ces déchets dans le renouvellement de la maladie me paraissait bien manifeste. Néanmoins, j'ai voulu m'en rendre compte d'une façon plus précise. Une certaine quantité de ces déchets, finement découpés, a été mélangée avec la semence ordinaire du Pavot, et le tout a été semé dans les environs de Belgrade.

Après la germination, dès que les cotylédons se sont dégagés, j'ai constaté la présence de plusieurs plantes contaminées sur la parcelle où les déchets avaient été mélangés avec la semence, tandis qu'au contraire, sur la parcelle témoin, (graines du même lot mais sans l'adjonction des débris de capsules), aucune contamination n'avait eu lieu.

Par conséquent, si le parasite ne passe pas d'une végétation à l'autre directement par les graines, il n'est pas impossible qu'il puisse se transmettre par les débris des capsules contaminées, qui pouvaient se trouver mêlés à la semence.

VI. Les mesures à prendre pour combattre la maladie

Puisque la lutte est entièrement préventive, il faut pour éviter la maladie, d'une part éliminer tous les facteurs qui rendent possible ou favorisent la conservation du parasite, et d'autre part préserver les plantes hôtes des contaminations possibles.

Tout d'abord, *l'assolement,* jusqu'à présent pratiqué, très défectueux, comme nous l'avons déjà constaté, *doit être modifié.* La culture du Pavot à opium ne doit pas revenir sur le même champ avant trois ans au moins. De plus le ramassage et *la destruction des tiges* du Pavot après la récolte, est une mesure indispensable. En même temps la *destruction sur place des débris de feuilles,* que l'on est dans l'impossibilité de ramasser, étant donné que les feuilles

malades une fois desséchées sont presque pulvérisées au cours de la pratique de l'incision des capsupes et de la récolte de l'opium brut, — serait un procédé très à recommander. En répandant, après [illegible] lèvement des capsules, sur les champs à Pavot de la paille grossière ou des déchets végétaux quelconques, et en les incinérant, on pourrait détruire tous les restes des plantes malades pouvant contenir des organes de conservation du champignon parasite et ainsi débarrasser le terrain des germes de la maladie. D'autre part, l'*emploi des semences pures,* sans les déchets de capsules, ou encore mieux de la semence obtenue des capsules tout à fait saines, doit devenir une pratique courante.

Par ces précautions, surtout si elles venaient à se généraliser, on diminuerait incontestablement l'intensité du mal, mais on ne pourrait pas espérer l'éliminer complètement. Par conséquent la lutte directe est inévitable; le Pavot doit être directement protégé contre le parasite par l'emploi des fongicides appropriés.

Mais, dans l'application des pulvérisations du Pavot à opium, je me suis heurté à une difficulté très sérieuse. Les bouillies cupriques ne mouillent pas suffisamment les feuilles de cette plante. Les essais de pulvérisation ont été effectués à trois reprises différentes : le 18 avril, sur les jeunes Pavots, dont la rosette des feuilles seule était développée; le 15 mai, au cours de la floraison et le 26 mai, après la chute des pétales. Les pulvérisations ont été exécutées à l'aide des pulvérisateurs à dos d'homme des marques Vermorel et Holder. Pour les essais ont été employées aussi bien les bouillies ordinaires que celles dites « mouillables ».

1) *Pulvérisations de jeunes Pavots* (le 15 mai). — Bouillie bordelaise ordinaire légèrement alcaline, contenant 1, 1,5 et 2 % de sulfate de cuivre.

Le jet évasé des deux pulvérisateurs brisait le liquide en gouttelettes plus ou moins fines. Mais ces gouttelettes projetées sur le Pavot n'adhéraient point ou adhéraient très mal. Elles rebondissaient de la surface des feuilles comme des boules élastiques minuscules. Les changements de la hauteur et de la pression du jet n'apportaient aucune amélioration appréciable de la mouillabilité de la bouillie. La plupart des gouttelettes ne s'arrêtaient pas du tout; celles qui parvenaient à s'arrêter momentanément roulaient, se fusionnaient entre elles et tombaient ou se maintenaient uniquement dans les incurvations du limbe ou à l'aisselle des feuilles. De plus, ces gouttelettes qui parvenaient à se maintenir sur les feuilles, conservaient leur forme plus ou moins sphérique, ne s'étalaient pas. Et une fois desséchées, elles abandonnaient un dépôt épais qui adhérait très mal. Cette croute cuprique se fendillait et s'enlevait facilement même par une secoûsse un peu plus brusque.

Par conséquent, il a été impossible d'exécuter un bon sulfatage du jeune Pavot avec la bouillie bordelaise projetée par des pulvérisateurs ordinaires.

Mais sensiblement les mêmes résultats m'ont donné aussi les bouillies additionnées des produits considérés comme capables d'augmenter la mouillabilité et l'adhérence, tels que : le savon (1 %), la caséine en poudre ou le lait écrémé (1 à 2 %), le sucre (0,3 %), la colophane (0,5 %) et le savon-colophane. Toutes ces bouillies n'étaient pas pratiquement supérieures au point de vue de la mouillabilité à la bouillie simple. Même après une pulvérisation prolongée la plus grande surface des feuilles était restée sans bouillie.

2) *Pulvérisations des Pavots complètement développés.* — En pulvérisant les plantes complètement développées, je suis arrivé à des résultats qui diffèrent légèrement des précédents.

J'ai constaté une différence assez grande au point de vue de leur propriété de retenir les bouillies, entre les feuilles jeunes (celles du sommet) et les feuilles âgées (celles de la partie inférieure). Les feuilles âgées se mouillaient mieux que les jeunes, et c'est avec toutes les bouillies expérimentées. Pendant que les feuilles du milieu et de la base ont, après une pulvérisation, leur limbe presqu'en entier tacheté par les gouttelettes de bouillies, sur celles du sommet d'assez rares gouttelettes se sont arrêtées. Par endroits seulement on pouvait les voir en plus grand nombre. Mais d'une façon générale, elles restaient mal ou très mal pulvérisées.

Ici aussi, l'adhérence du dépôt cuprique a été insuffisante. Surtout celle du dépôt laissé par des grosses gouttes. Et à cause de cette adhérence défectueuse, même les feuilles âgées, qui paraissent, immédiatement après le sulfatage, bien pulvérisées, perdent une partie importante du dépôt cuprique et restent tout de même insuffisamment protégées.

Par conséquent, il était impossible d'effectuer un sulfatage satisfaisant du Pavot par des pulvérisateurs ordinaires, même en utilisant les bouillies reconnues comme « mouillables ».

Mais avec des pulvérisateurs projetant le liquide sous forme du fin brouillard, ces sulfatages deviennent possibles. Ainsi avec le pulvérisateur à main Sirius (Agri-Tox), à jet réglable, donnant trois jets différents, je suis arrivé à pulvériser très bien le Pavot à opium en employant même les bouillies ordinaires. En serrant complètement la vis du jet, je produisais un brouillard extrêmement fin qui se déposait lentement sur le Pavot, produisant de très fines gouttelettes. De plus le dépôt cuprique abandonné par ces gouttelettes adhérait bien à la plante.

Lorsque, au contraire, je desserrais la vis, le jet devenait plus grossier et j'obtenais les résultats ana-

logues à ceux que m'avaient donnés les pulvérisateurs ordinaires Vermorel et Holder. La nature de la bouillie n'a eu aucune influence appréciable.

Par conséquent, la mouillabilité et même l'adhérence des bouillies cupriques par rapport au Pavot à opium dépendent non pas de leur nature mais de la qualité du jet du pulvérisateur. Autant le brouillard projeté est plus fin, autant la bouillie mouille et adhère mieux aux différentes parties du Pavot.

Il résulte de ces constatations que les sulfatages des Pavots, ne pourront pas encore être pratiqués en grand. Ils ne seront possibles que lorsque le problème de mouillabilité et d'adhérence des bouillies aura trouvé une solution pratique. D'après mes expériences, il me paraît que ce problème sera résolu lorsqu'on disposera de pulvérisateur du type Sirius, mais à grand rendement.

Encore une mesure importante doit être prise dans la lutte contre le mildiou du Pavot. Il est absolument indispensable d'arracher et de *détruire* (d'enterrer ou de brûler) le plus tôt possible au printemps, au cours du premier binage, *tous les pieds de Pavot dont le feuillage est chlorotique et boursouflé,* car ces plantes sont gravement atteintes par le champignon parasite et présentent des foyers très dangereux de la maladie.

Octobre 1929.

VII. BIBLIOGRAPHIE

1. ANDREYEFF (N. J.). — Champignons parasites dans la région de Don. 1924, Broch. pp. 27.
2. BARY (A. DE). — Remarques sur le développement de quelques champignons parasites. *Ann. Sc. Nat. Bot.* 4e série, F. XX, 1863.
3. BARY (A. DE). — Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig, 1884, p. 144.
4. BERLESE (A. N.). — *Peronosporaceae.* — Icones Fungorum, 1898, p. 30, tab. 43 et 44.
5. BERLESE (A. N.). — Saggio di una Monografia delle *Peronosporaceae.* — *Revista Patologia Vegetale,* vol. X, 1904, pp. 216-218.
6. BUTTLER (E. J.). — Downy Mildew (Peronospora arborescens Berk. de Bary). Fungi and Disease in Plants. Calcutta, 1918, pp. 344-346, fig. 142 et 143.
7. CORNU (M.). — Le *Peronospora* des vignes. Mem. Acad. Sc. 1882, p. 50.
8. DORAN (W. L.). — Effect of external and internal factor on the germination of fungus spore. *Bull. Torr. Bot. Club* 11, 1922, pp. 313-336.
9. FOKIN (A. D.). — Maladies et accidents des plantes cultivées observés durant l'été de 1922 dans le gouvernement de Vyatka. *C. R. Congrès Entomo-Phyto-pathologique de Russie,* 1922, pp. 108-115.
10. GAUMANN (E.). — Beiträge zur einer Monographie der Gattung *Peronospora* Corda. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweitz, Bd. V, Heft 4, 1923, pp. 66-72.
11. LAUBERT (R.). — Biologisches über Peronosporacéen. Gartenflora 66, 1917, pp. 71-74.
12. LAUBERT (R.). — Zur Frage der Ubertragbarkeit der Peronosporaceen (falscher Mehltau) mittels der Samen der Wirtspflanzen. Gartenflora 68, 1919.
13. MANGIN (L.). — Sur la structure des Peronosporées. *Comptes Rendus Acad. Sc.,* 15-XII-1890.
14. MANGIN (L.). — Recherches anatomiques sur les Peronosporées. *Bull. Soc. Hist. Nat. d'Autun.,* VIII, 1895.
15. MASSEE (G.). — Diseases of cultivated plants and trees. London, 1915, 2e éd. p. 111.

16. Oudemans (C. A. J. A.). — **Révision des champignons des** Pays-Bas, t. II, p. 18.

17. Prochaska (M.). — **Beobachtungen uber das Auftreten von** *Peronospora arborescens* (falsche Mehltau) auf *Papaver somniferum. Fortschr. der Landw.* 1928, pp. 165-167.

18. Rostowzew (J. J.). — Beiträge zur kentnis der Peronosporeen. Flora, 1903, pp, 405-430.

19. Van Poeteren (N.). — Verslag over de Werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1922. Versl. en Meded. Plantenziekt. Dienst te Wageningen 31, 1923, p. 57.

20. Voglino (P.). — Patologia vegetale, 1905, p. 93.

21. Yossifovitch (M.). — Une maladie dangereuse sur le pavot à opium dans la Serbie du Sud. — *Monit. Intern. Prot. Plantes*, n° 2, 1929, pp. 18-19.

Le Gérant : E. Schneider.

IMPRIMERIE DES PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE, PARIS-BOURG